





Method and device for recognition of a collision with a pedestrian

Patent number: DE10030465
Publication date: 2002-01-03
Inventor: MATTES BERNHARD (DE); FLIK GOTTFRIED (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
 - international: B60R21/34; B60R21/32
 - european: B60R21/01C
Application number: DE20001030465 20000621
Priority number(s): DE20001030465 20000621

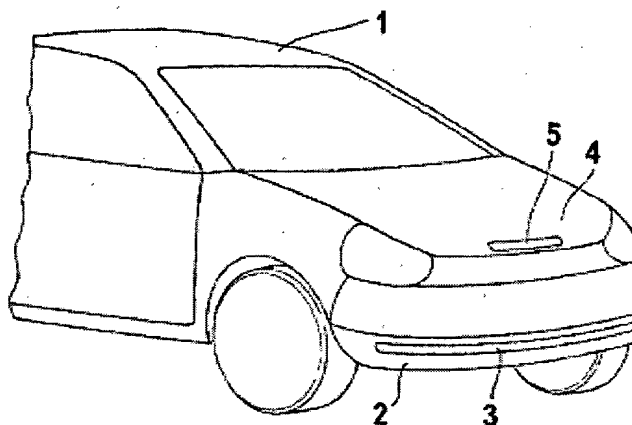
Also published as:

 WO0198117 (A1)
 US6784792 (B2)
 US2002180596 (A)
 EP1296859 (B1)

Report a data error he

Abstract of DE10030465

The aim of the invention is to determine with high certainty whether a collision with the front of a vehicle was caused by a pedestrian. Two decisive conditions are thus generated and only when both conditions are fulfilled is a pedestrian collision accepted. The first decisive condition is generated by a comparison of pressures or deformations measured by a sensor (3) on the front bumper (2) and a sensor in the region of the front engine bonnet edge (4) with reference data typical for a collision with a pedestrian. The second decisive condition is generated by comparison of the speed and/or acceleration changes caused by the collision with reference data typical for a collision with a pedestrian.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

DOCKET NO.:
 APPLIC. NO.:
 APPLICANT:

Lemmer and Greenberg, P.A.
 P.O. Box 2480
 Hollywood, FL 33022
 Tel.: (954) 952-1100

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO.: S3-04P03410

APPLIC. NO.:

APPLICANT: Klaus Heimerl, et al

Lerner and Greenberg, P.A.

P.O. Box 2480

Hollywood, FL 33022

Tel.: (954) 925-1100



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 30 465 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 R 21/34
B 60 R 21/32

②1 Aktenzeichen: 100 30 465.6
②2 Anmeldetag: 21. 6. 2000
④3 Offenlegungstag: 3. 1. 2002

DE 100 30 465 A 1

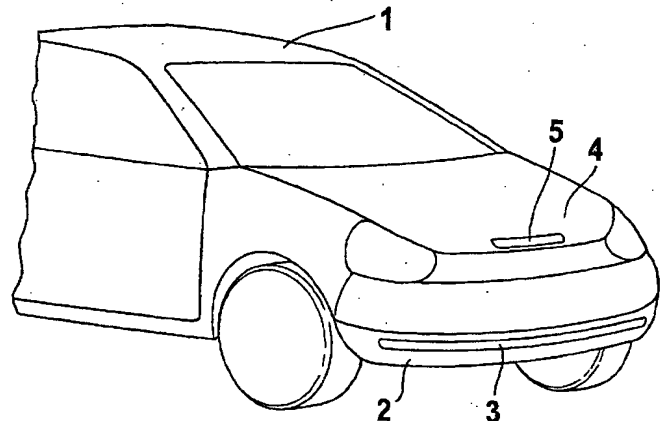
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Mattes, Bernhard, 74343 Sachsenheim, DE; Flik,
Gottfried, Dr., 71229 Leonberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen eines Fußgängeraufpralls

⑤7 Es soll mit hoher Zuverlässigkeit entschieden werden, ob ein Aufprall auf die Frontseite eines Fahrzeugs von einem Fußgänger verursacht worden ist. Dazu werden zwei Entscheidungskriterien gebildet, und nur, wenn beide Entscheidungskriterien erfüllt sind, wird für einen Fußgängeraufprall entschieden. Das erste Entscheidungskriterium wird dadurch gebildet, dass von einem Sensor (3) an der Stoßstange (2) und einem Sensor (5) im Bereich der vorderen Motorhaubenkante (4) gemessene Drücke oder Verformungen mit Referenzgrößen verglichen werden, die für einen Fußgängeraufprall typisch sind. Das zweite Entscheidungskriterium wird dadurch ermittelt, dass die durch einen Aufprall verursachten Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderungen des Fahrzeugs (1) ermittelt werden und dass dann die Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderungen mit Referenzgrößen verglichen werden, welche für einen Fußgängeraufprall typisch sind.



DE 100 30 465 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen des Aufpralls eines Fußgängers auf ein Fahrzeug, wobei mittels mindestens eines Sensors an der Stoßstange und mindestens eines Sensors im Bereich der vorderen Kante der Motorhaube die durch einen Aufprall verursachten Drücke oder Verformungen gemessen und aus den Sensorausgangssignalen durch Vergleich mit Referenzgrößen ein erstes Kriterium für die Entscheidung, ob ein Fußgängeranprall vorliegt, gebildet wird.

[0002] Ein solches Verfahren zum Erkennen eines Fußgängeranpralls auf ein Personenkraftfahrzeug ist z. B. aus der WO 97/18108 bekannt. Um bei einem Aufprall eines Fußgängers auf die Frontseite eines Fahrzeugs den Fußgänger gegen schwere Verletzungen zu schützen, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, auf der Motorhaube oder an der Windschutzscheibe ein oder mehrere Airbags vorzusehen, welche beim Aufprall des Fußgängers ausgelöst werden. Eine andere bekannte Schutzmaßnahmen bei einem Fußgängeranprall besteht darin, daß die Motorhaube schräg ange stellt wird, um den Fußgänger aufzufangen. Die Auslösung der genannten Schutzeinrichtungen wird davon abhängig gemacht, dass der Aufprall eines Fußgängers sicher erkannt wird und von Aufprallen anderer Objekte eindeutig unterschieden werden kann. Gemäß dem genannten Stand der Technik wird für die Erkennung eines Fußgängeranpralls die prinzipielle Kinematik des Fußgängers bei einem Aufprall auf die Vorderseite eines Personenkraftwagens ausgenutzt. In aller Regel ist nämlich die erste Kontaktstelle eines Fußgängers beim Aufprall auf ein Fahrzeug die Stoßstange. Deshalb befindet sich ein erster Sensor, der auf Krafteinwirkung oder Verformung reagiert, an der Stoßstange des Fahrzeugs. Durch den Kontakt mit der Stoßstange erhält der Fußgänger einen Rotationsimpuls, der ihn auf die Motorhaube schleudert. Es wird also nach dem Aufprall auf die Stoßstange zeitlich versetzt ein weiterer Aufprall auf die Motorhaube folgen. Deshalb befindet sich an der Vorderkante der Motorhaube ein zweiter auf Druck oder Verformung reagierender Sensor. Die Sensorausgangssignale werden mit Referenzgrößen verglichen, welche repräsentativ für Fußgängeranpralle sind. Bei einer Übereinstimmung, bzw. einer innerhalb einer gewissen Toleranzgrenze liegenden Übereinstimmung, der Sensorausgangssignale mit den Referenzgrößen wird für einen Fußgängeranprall entschieden. Folge dieser Entscheidung ist dann ein Auslösen der vorhandenen Schutzeinrichtungen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, womit bei einem Aufprall auf die Frontseite eines Fahrzeugs mit möglichst hoher Zuverlässigkeit entschieden werden kann, ob dieser Aufprall von einem Fußgänger verursacht worden ist.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 6 dadurch gelöst, dass mittels mindestens eines Sensors an der Stoßstange und mindestens eines Sensors im Bereich der vorderen Kante der Motorhaube die durch einen Aufprall verursachten Drücke oder Verformungen gemessen und aus den Sensorausgangssignalen durch Vergleich mit Referenzgrößen ein erstes Kriterium für die Entscheidung, ob ein Fußgängeranprall vorliegt, gebildet wird, dass die durch einen Aufprall verursachte Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderung des Fahrzeugs

ermittelt wird, dass durch Vergleich der Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderung mit einer Referenzgröße ein zweites Kriterium für die Entscheidung, ob ein Fußgängeranprall vorliegt, gebildet wird und dass für einen Fußgängeranprall dann entschieden wird, wenn beide Entscheidungskriterien erfüllt sind.

[0005] Dadurch, dass neben dem ersten bekannten Entscheidungskriterium noch als weiteres Entscheidungskriterium aus der Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderung des Fahrzeugs aufgrund eines Aufpralls gebildet wird, und die Entscheidung für einen Fußgängeranprall von beiden Entscheidungskriterium abhängig gemacht wird, wird eine hohe Zuverlässigkeit bei der Erkennung eines tatsächlich vorliegenden Fußgängeranpralls erzielt.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0007] Es ist zweckmäßig, bei der Herleitung des zweiten Entscheidungskriteriums eine vor einem Aufprall eingeleitete Bremsung zu berücksichtigen, weil diese sich auf die durch einen Aufprall verursachte Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderung des Fahrzeugs auswirkt. Es sollte bei einer vor einem Aufprall eingeleiteten Bremsung das zweite Entscheidungskriterium allein aus der Beschleunigungsänderung hergeleitet werden, denn bei gebremsten Rädern liefern die im Fahrzeug vorhandenen Geschwindigkeitssensoren den Wert 0. Es kann also keine Geschwindigkeitsänderung durch Vergleich der Geschwindigkeiten vor und nach einem Aufprall ermittelt werden. Anders ist das bei einer Beschleunigungsmessung, die unabhängig von der Bewegung der Räder des Fahrzeugs geschieht.

[0008] Referenzgrößen für die Sensorausgangssignale können z. B. Signalamplituden sein, die für einen Fußgängeranprall typisch sind. Als Referenzgröße kann auch die für einen Fußgängeranprall typische zeitliche Signalabfolge der Sensorausgangssignale verwendet werden.

[0009] Es können Druck- bzw. Verformungssensoren mit unterschiedlichen Meßprinzipien eingesetzt werden. Dazu gehören aus Dehnungsmeßstreifen oder Piezofolien bestehende Sensoren oder Sensoren, die den anisotropen magnetoresistiven Effekt oder den Hall-Effekt ausnutzen. Oder es können Sensoren eingesetzt werden, die eine druckabhängige Lichtübertragungscharakteristik aufweisen.

Zeichnung

[0010] Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

[0011] Fig. 1 die Frontansicht eines Kraftfahrzeugs mit zwei Sensoren,

[0012] Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Erkennen eines Fußgängeranpralls,

[0013] Fig. 3 Verläufe von Sensorausgangssignalen bei einem Fußgängeranprall und

[0014] Fig. 4 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Erkennen eines Fußgängeranpralls.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

[0015] Um mit möglichst hoher Sicherheit erkennen zu können, ob es sich bei einem Aufprall auf die Frontseite eines Fahrzeugs um einen Fußgängeranprall handelt, ist, wie in der Fig. 1 dargestellt, das Fahrzeug 1 an seiner Stoßstange 2 mit einem ersten Sensor 3 und an der Vorderkante seiner Motorhaube 4 mit einem zweiten Sensor 5 versehen. Beide Sensoren 3 und 5 sind Druck- bzw. Verformungs-Sensoren. Es sind deshalb sowohl an der Stoßstange 2 als auch an der

Vorderkante der Motorhaube 4 Sensoren 3, 5 angebracht, weil damit eine charakteristische Kinematik eines Fußgängeraufpralls auf das Fahrzeug 1 erfaßt werden kann. Stößt nämlich ein Fahrzeug mit seiner Frontseite auf einen Fußgänger, so berührt dieser zuerst die Stoßstange, so dass der Sensor 3 an der Stoßstange 2 ein druck- bzw. verformungsabhängiges Signal abgibt. Durch die Stoßstange 2 wird nur ein geringer Teil der gesamten kinetischen Aufprallenergie aufgenommen. Durch den Kontakt mit der Stoßstange erhält der Fußgänger nämlich einen Rotationsimpuls, der ihn auf die Motorhaube schleudert. Der zweite Sensor 5 an der Motorhaube 4 erfaßt dann diesen durch den Aufprall des Fußgängers erzeugten Druck bzw. Verformung.

[0016] In der Fig. 2 ist ein Blockschaltbild einer Vorrichtung und in der Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens, mit dem ein Fußgängeraufprall mit großer Sicherheit erkannt werden kann. In der Fig. 2 sind mit den Bezugszeichen 3 und 5 die an der Stoßstange und an der Motorhaube des Fahrzeugs angebrachten Druck- bzw. Verformungs-Sensoren bezeichnet.

[0017] Wenn hier von einem Sensor 3 an der Stoßstange 2 und einem Sensor 5 an der Motorhaube 4 die Rede ist, so soll damit auch eingeschlossen sein, dass sowohl an der Stoßstange 2 als auch an der Motorhaube 5 mehrere Sensoren bzw. Sensorelemente vorhanden sein können. Es können Sensoren mit verschiedenen Meßprinzipien für Druck bzw. Verformung eingesetzt werden. Die Sensoren können z. B. aus Dehnungsmeßstreifen oder piezoresistiven Folien bestehen. Es können optische Sensoren sein, die eine vom Druck abhängige Lichtdurchlässigkeit aufweisen. Ebenso können es Sensoren sein, die auf dem Halleffekt oder dem anisotropen magnetoresistiven Effekt basieren. Prinzipiell ist aber jeder Sensor geeignet, der auf irgendeine Art und Weise ein druck- bzw. verformungsabhängiges Signal erzeugt.

[0018] Die Ausgangssignale s_1 und s_2 der Sensoren 3 und 5 werden einem Steuergerät 6 zugeführt. Dem Steuergerät 6 ist außerdem das Ausgangssignal v eines Geschwindigkeitssensors 7, das Beschleunigungssignal b eines Beschleunigungssensors 8 und ein von der Bremsanlage 9 abgegebenes Bremssignal br zugeführt. Entscheidet die Steuereinheit 6 aufgrund der genannten Eingangssignale s_1 , s_2 , v , b , br , dass ein Aufprall auf die Frontseite des Fahrzeugs von einem Fußgänger erzeugt worden ist, so gibt die Steuereinheit 6 ein Auslösesignal a an eine Schutzvorrichtung 10 ab. Die Schutzvorrichtung 10 kann beispielsweise aus ein oder mehreren auf der Motorhaube oder am Rahmen der Windschutzscheibe angeordneten Airbags bestehen, die bei einem Fußgängeraufprall aufgeblasen werden. Auch kann zum Schutz des Fußgängers die Motorhaube 4 durch einen Federmechanismus oder durch einen pyrotechnischen Mechanismus schräg angestellt werden, wenn die Steuereinheit 6 ein Auslösesignal a abgibt.

[0019] Wie das Verfahren zur Erkennung eines Fußgängeraufpralls abläuft, wird anhand des in der Fig. 4 dargestellten Flußdiagramms beschrieben. In den Verfahrensschritten 11 und 12 werden mit den Sensoren 3 und 5 die an der Stoßstange 2 und an der Motorhaube 4 auftretenden Drücke bzw. Verformungen s_1 und s_2 gemessen. Außerdem werden laufend gemäß den Verfahrensschritten 13 und 14 die Geschwindigkeit v und Beschleunigung b des Fahrzeugs gemessen. Gemäß dem Verfahrensschritt 15 wird auch die Bremsaktivität br ermittelt.

[0020] Im Verfahrensschritt 16 werden die Sensorsignale s_1 und s_2 mit Referenzgrößen verglichen, welche charakteristisch für einen Fußgängeraufprall sind. In der Fig. 3 sind Verläufe der beiden Sensorsignale s_1 und s_2 dargestellt, die für einen Fußgängeraufprall typisch sein können. Zuerst gibt der Sensor 3 an der Stoßstange 2 des Fahrzeugs ein

Ausgangssignal s_1 ab, weil bei einem Aufprall mit einem Fußgänger dieser zuerst die Stoßstange 2 berührt. Mit einem zeitlichen Versatz Δt , der für einen Fußgängeraufprall, typisch ist, folgt das Ausgangssignal s_2 des Sensors 5 an der Motorhaube 4. Charakteristisch für einen Fußgängeraufprall können einerseits die Amplituden der Ausgangssignale s_1 und s_2 der Sensoren 3 und 5 als der zeitliche Abstand Δt zwischen den beiden Ausgangssignalen s_1 und s_2 . Diese charakteristischen Größen werden im Verfahrensschritt 16 als Referenzgrößen verwendet, mit denen die Ausgangssignale s_1 und s_2 der Sensoren 3 und 5 verglichen werden. Der Vergleich ist üblicherweise ein Schwellwertvergleich. Stimmen die Signale s_1 und s_2 exakt oder in einem gewissen Toleranzbereich mit den Referenzgrößen überein, so wird das im Verfahrensschritt 17 als erstes Kriterium dafür angesehen, dass der Aufprall durch einen Fußgänger verursacht worden ist.

[0021] Im Verfahrensschritt 18 wird die durch den Aufprall verursachte Geschwindigkeitsänderung Δv des Fahrzeugs ermittelt, indem die Differenz zwischen der Geschwindigkeit v vor dem vom Sensor 3 an der Stoßstange 2 gemessenen Aufprall s_1 und der Geschwindigkeit v des Fahrzeugs nach dem vom Sensor 5 gemessenen Aufprall s_2 auf die Motorhaube gebildet wird. Ebenso wird im Verfahrensschritt 19 die durch den Aufprall verursachte Beschleunigungsänderung Δb des Fahrzeugs ermittelt. Die Beschleunigungsänderung Δb ergibt sich aus der Differenz zwischen der vor dem Aufprall auf die Stoßstange gemessenen Beschleunigung und der nach dem Aufprall auf die Motorhaube gemessenen Beschleunigung. Die Beschleunigung b wird vorzugsweise mit einem Beschleunigungssensor ermittelt, der auch für die Auslösesteuerung der Rückhaltesysteme im Fahrzeug verwendet wird.

[0022] Im Verfahrensschritt 20 wird die ermittelte Geschwindigkeitsänderung Δv und auch die ermittelte Beschleunigungsänderung Δb mit jeweils einer Referenzgröße verglichen. Der Geschwindigkeitsbereich, in dem die Schutzvorrichtung für Fußgänger ausgelöst werden soll, liegt etwa im Bereich zwischen 15 und 55 km/h. Bei einem Fußgängeraufprall ändert sich die Geschwindigkeit des Fahrzeugs um ca. 5 km/h und die Beschleunigung ändert sich um etwa 3 g (g ist die Erdbeschleunigung), falls vor oder während des Aufpralls keine Bremsung erfolgt, bzw. um ca. 4 g, falls eine Bremsung vorgenommen wird. Um den Bremsvorgang bei der Festlegung der Referenzgrößen zu berücksichtigen, wird im Verfahrensschritt 20 die Information br über einen Bremsvorgang mit berücksichtigt.

[0023] Sollten die Geschwindigkeitsänderung Δv und die Beschleunigungsänderung Δb während des Aufpralls mit den Referenzgrößen übereinstimmen, bzw. in einem gewissen Toleranzbereich übereinstimmen, wird im Verfahrensschritt 21 ein zweites Kriterium für die Entscheidung, dass ein Fußgängeraufprall vorliegt, getroffen. Das zweite Entscheidungskriterium kann auch in Abhängigkeit entweder nur von der Geschwindigkeitsänderung Δv oder nur von der Beschleunigungsänderung Δb getroffen werden. Wird allerdings vor dem Aufprall bereits eine Bremsung vorgenommen, so kann die Geschwindigkeitsänderung Δv zur Bildung des zweiten Entscheidungskriteriums nicht herangezogen werden, da bei bremsblockierten Rädern die gemessene Fahrgeschwindigkeit den Wert 0 hat und deshalb nicht mehr für die Ermittlung einer Geschwindigkeitsdifferenz Δv herangezogen werden kann.

[0024] Im Verfahrensschritt 22 werden die beiden in den Schritten 17 und 21 ermittelten Entscheidungskriterien einer UND-Verknüpfung unterzogen, und es wird, wenn beide Entscheidungskriterien erfüllt sind, im Verfahrensschritt 23 für einen Fußgängeraufprall entschieden. Als Folge davon,

werden vorhandene Fußgängerschutzeinrichtungen ausgelöst.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen des Aufpralls eines Fußgängers auf ein Fahrzeug, wobei mittels mindestens eines Sensors (3) an der Stoßstange (2) und mindestens eines Sensors (5) im Bereich der vorderen Kante der Motorhaube (4) die durch einen Aufprall verursachten Drücke oder Verformungen gemessen und aus den Sensorausgangssignalen (s1, s2) durch Vergleich mit Referenzgrößen ein erstes Kriterium (17) für die Entscheidung, ob ein Fußgängeraufprall vorliegt, gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch einen Aufprall verursachte Geschwindigkeits- (Δv) und/oder Beschleunigungsänderung (Δb) des Fahrzeugs (1) ermittelt wird, dass durch Vergleich der Geschwindigkeits- (Δv) und/oder Beschleunigungsänderung (Δb) mit einer Referenzgröße ein zweites Kriterium (21) für die Entscheidung, ob ein Fußgängeraufprall vorliegt, gebildet wird, und dass für einen Fußgängeraufprall entschieden wird, wenn beide Entscheidungskriterien (17, 21) erfüllt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herleitung des zweiten Entscheidungskriteriums (21) eine vor einem Aufprall eingeleitete Bremsung (br) berücksichtigt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet; dass bei einer vor einem Aufprall eingeleiteten Bremsung (br) das zweite Entscheidungskriterium (21) allein aus der Beschleunigungsänderung (Δb) hergeleitet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalamplituden der Sensorausgangssignale (s1, s2) mit Referenzamplituden verglichen werden, die für einen Fußgängeraufprall typisch sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Abfolge der Ausgangssignale (s1, s2) der Sensoren (3, 5) an der Stoßstange (2) und im Bereich der vorderen Kante der Motorhaube (4) mit einer für einen Fußgängeraufprall typischen zeitlichen Signalabfolge (Δt) verglichen wird.
6. Vorrichtung zum Erkennen des Aufpralls eines Fußgängers auf ein Fahrzeug, welche zur Messung der durch einen Aufprall verursachten Drücke oder Verformungen mindestens einen Sensor (3) an der Stoßstange (2) und mindestens einen Sensor (5) im Bereich der vorderen Kante der Motorhaube (4) aufweist und welche Mittel (6) besitzt, die durch Vergleich der Sensorausgangssignale (s1, s2) mit Referenzgrößen ein erstes Kriterium (17) für die Entscheidung, ob ein Fußgängeraufprall vorliegt, bilden, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (7, 8) zur Erfassung von durch einen Aufprall verursachten Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderungen vorhanden sind, dass Mittel (6) vorgesehen sind, die durch Vergleich der Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsänderungen mit einer Referenzgröße ein zweites Kriterium (21) für die Entscheidung, ob ein Fußgängeraufprall vorliegt, bilden und dass Mittel (6) vorhanden sind, welche für einen Fußgängeraufprall entscheiden, wenn beide Entscheidungskriterien (17, 21) erfüllt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (3, 5) aus Dehnungsmeßstreifen bestehen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (3, 5) aus Piezofolien be-

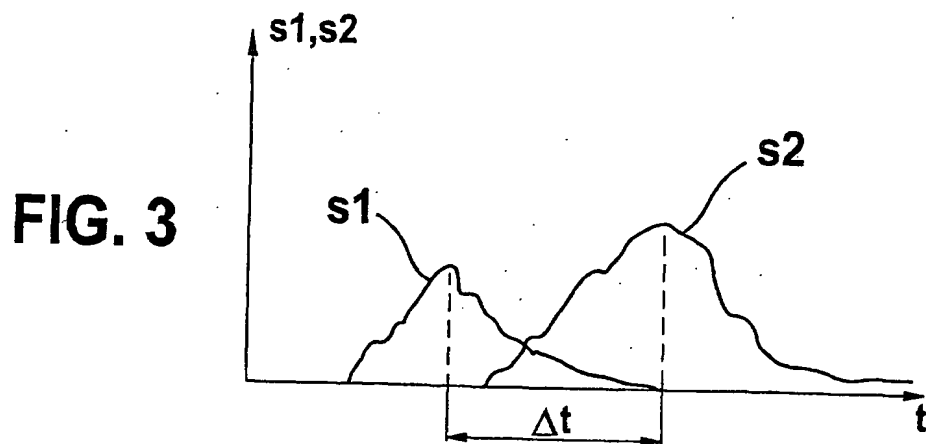
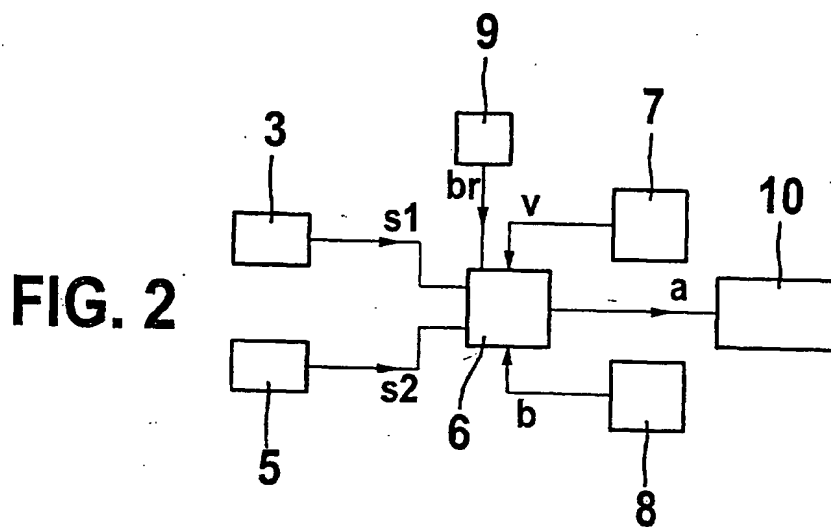
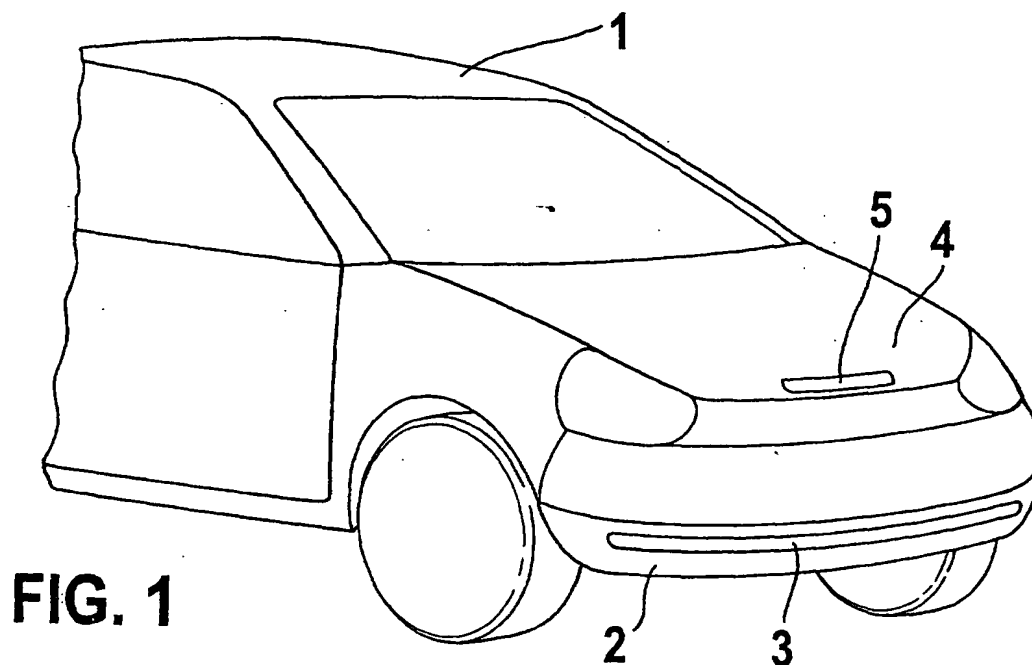
stehen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (3, 5) auf dem anisotropen magnetoresisiven Effekt basieren.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (3, 5) auf dem Halleffekt basieren.

11. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (3, 5) aus Elementen mit druckabhängiger Lichtübertragungscharakteristik bestehen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



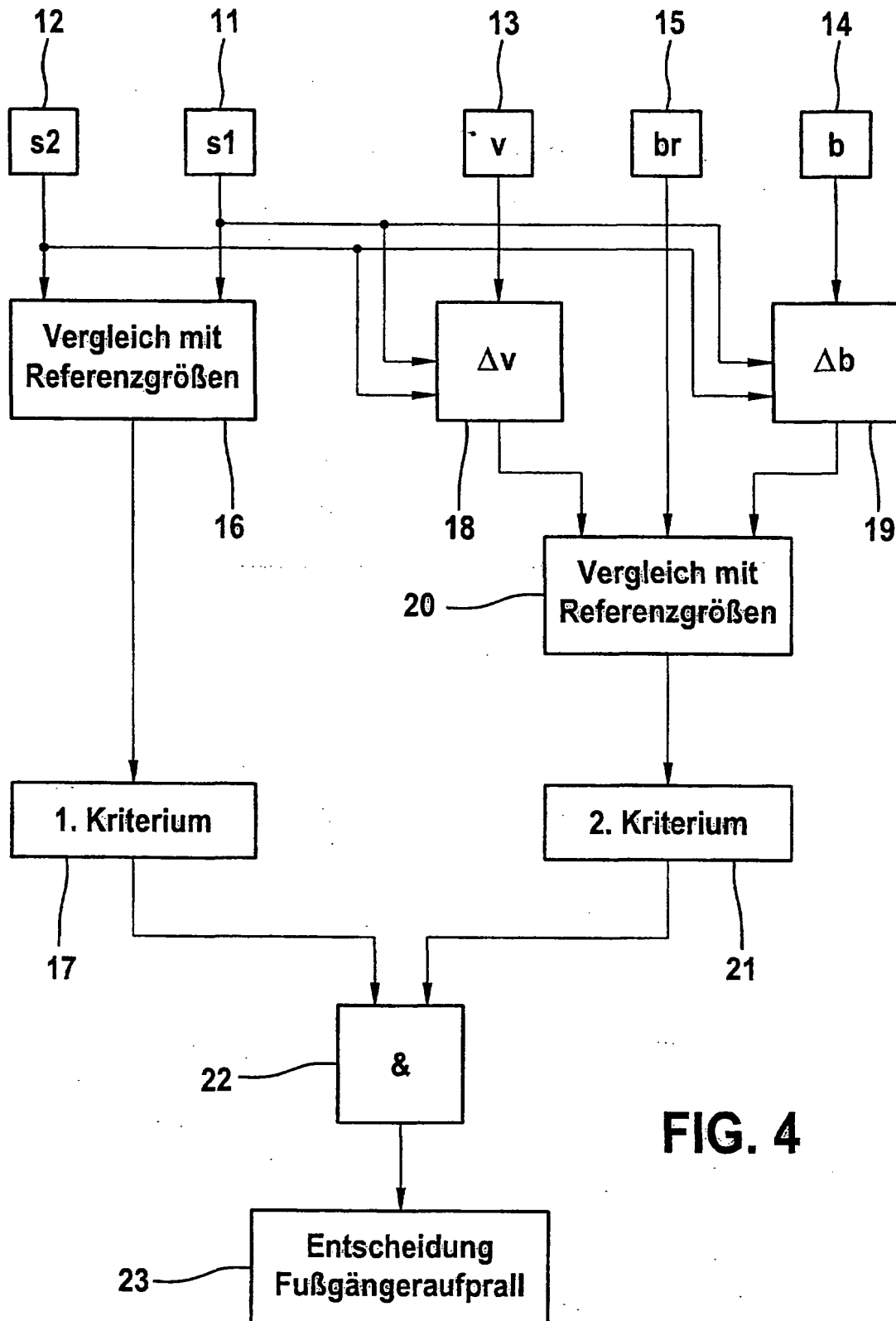


FIG. 4